

# **CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) PARA SU GESTIÓN EN OBRAS DE EDIFICACIÓN.**

<sup>1</sup> Villoria Sáez, P\*; <sup>1</sup> Del Rio Merino, M; <sup>1</sup> Porras Amores, C

<sup>1</sup>Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (UPM). Madrid, España.

e-mail: paolavilloria@gmail.com

## **RESÚMEN**

En estos momentos, la actividad edificatoria en España se ha reducido considerablemente, pero hace dos años los problemas derivados de ella, y sobre todo de los residuos generados por la misma, generó 40 millones de toneladas anuales de residuos de construcción y demolición (RCD) [1]. Por ello, el sector debe asumir como objetivo la reducción del impacto que produce. Ya no es suficiente una correcta gestión de los residuos, sino que debe darse un paso más en la gestión ambiental, siendo necesario introducir nuevas medidas encaminadas a la prevención en el origen.

El régimen jurídico que regula los RCD ha sufrido una completa modificación, incorporando importantes novedades a nuestro ordenamiento interno. Entre ellas, cabe destacar la obligación de separar en fracciones los distintos tipos de RCD generados [2], siempre que se superen las cantidades mínimas establecidas en el Real Decreto 105/2008 [3].

Esta obligación, implica una mayor planificación previa, para ello, es imprescindible estimar mediante unos indicadores, la cantidad de residuo que se va a generar durante el desarrollo de las obras, ya que la misma va a condicionar enormemente las medidas a adoptar para su gestión.

Los modelos de cuantificación utilizados en la actualidad, proporcionan un único indicador que ilustra la cantidad de residuo global susceptible de ser generado. No obstante, no basta con conocer el indicador que estime la generación total de residuo producido, sino aquel que estime la generación para cada residuo de forma independiente, tal como dispone el RD 105/2008.

El objetivo del trabajo que se presenta en esta ponencia es mejorar los actuales sistemas de gestión de RCD en obras de nueva planta, concretamente las herramientas de cuantificación de RCD.

Por lo tanto, se propone la planificación de la gestión a través de dos indicadores más, que determinen no solo la generación individualizada para cada tipo de residuo previsto, sino que además estimen la generación para cada capítulo de la obra, consiguiendo conocer en qué momento de la ejecución de la obra son generados.

En definitiva conocer de antemano las cantidades de RCD y cuando van a ser generados, permite planificar y adecuar la gestión de los RCD a la obra en concreto, así como, establecer medidas preventivas y controladoras, en aras a conseguir un modelo de gestión de RCD cuyo principal objetivo sea la generación de residuos cero.

## **1.- Introducción**

El Real Decreto 105/2008 (Ministerio de la Presidencia), de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los RCD, aporta varias novedades a la regulación española en materia de residuos, entre las que destaca la obligación de elaborar un Plan y un Estudio de gestión de residuos para cada proyecto [4].

Así, los nuevos Estudios y Planes de Gestión de Residuos (RD 105/2008) fomentan la minimización de los residuos evitables, la retirada selectiva y el reciclaje de los residuos inevitables, favoreciendo la reducción de la incidencia ambiental de la edificación.

A pesar del alto potencial de valorización de los RCD [5] y de la existencia de diversos modelos de gestión (en colegios profesionales, empresas constructoras, software...) a día de hoy, los profesionales todavía siguen priorizando la eliminación frente al reciclaje o reutilización, pues según el II Plan Nacional de RCD 2007-2015 (II PNRCD) el porcentaje de RCD reciclado en España, no llega ni en el mejor de los casos, al 18% del total producido.

Esta situación, se debe principalmente al tipo de sistema de recogida de residuos que se utilizan en la construcción de edificios, pues se realiza de forma descentralizada por cada empresa sub-contratada para la realización de la obra. Esto significa que el principio de reducción de residuos no se aplica en la práctica, ya que no es considerado como una actividad en la planificación de la obra.

En general, los profesionales del sector no son conocedores de la cantidad de residuos que generan, ni de cómo éstos deben ser gestionados. Utilizan el mismo método de gestión para todas sus obras, sin tener en consideración las características de cada una de ellas, pudiendo solucionar la situación, en muchos de los casos, realizando una planificación previa [6].

La planificación en materia de RCD que llevan a cabo la mayoría de las empresas constructoras es prácticamente nula y se limita a estimar la cantidad total de residuo generado. Son pocas las que van más allá y clasifican esa cantidad según cada tipo de RCD codificado según la lista europea de residuos (LER) [7], y muchas menos las que clasifican esas cantidades según la actividad de la obra. Esto se debe principalmente a que no existe ningún indicador lo suficientemente testado, que permita estimar de forma aproximada dichas cantidades.

En definitiva, existe una importante falta de planificación e implementación en obra de tareas que minimicen los residuos generados y favorezcan el reciclado en España.

## **2.- Antecedentes**

La preocupación por establecer indicadores que describan los residuos generados en la construcción ha aumentado en los últimos años, pues son varios los autores que han desarrollado nuevos métodos para cuantificar los RCD generados tanto en obras de nueva construcción como de demolición.

De las investigaciones realizadas en Europa, destaca el análisis realizado por Bossink y Brouwers en 1996. En él se fijaron las primeras estimaciones de generación de RCD por tipos de residuo, en este caso para 9 fracciones distintas (hormigón, ladrillos y material cerámico, morteros, agregados, envases, etc.). Del estudio, realizado en 184 viviendas construidas en Holanda, se concluyó que según la tipología de los materiales de construcción que se suministran en la obra, entre un 1% a un 10% en peso de los mismos se convierte en residuo.

En cuanto a las investigaciones realizadas en España, son muchos los autores que han afinado este indicador para la totalidad del residuo generado en una obra de edificación. Entre otras fuentes, destacan los estudios realizados por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña [8] y por la Universidad de Sevilla [9].

Por otro lado, otro estudio realizado por la Universidad de Sevilla (2010) compara datos de generación de RCD reales, tomados de la ejecución de un alicatado de 20x20 en edificaciones residenciales de nueva planta en Andalucía, con varios modelos teóricos de cuantificación de RCD para esta misma unidad de obra [10].

De este estudio se concluye, que existe un desvío importante entre lo planteado de forma teórica y lo que realmente sucede en obra, lo que supone que se realiza una planificación de la gestión de los RCD que no es acorde con lo que realmente se segrega en las obras de edificación.

### 3.- Objetivo

El objetivo principal de esta ponencia es la definición de unos indicadores eficaces que permitan cuantificar los tipos de RCD generados en cada uno de los capítulos de obra, así como en la totalidad de la misma, pretende no solo mejorar los actuales sistemas de gestión, sino ayudar a los responsables en materia de gestión de RCD a aplicar correctamente la legislación vigente, y contribuir así a la consecución de los objetivos cuantitativos estipulados, para el año 2015. [1]

### 4.- Metodología

Se ha centrado el estudio en la obtención de datos, a partir del análisis de la memoria y las mediciones del proyecto, de dos obras reales<sup>1</sup> con similares características constructivas entre ellas, y acordes al modelo constructivo más utilizado en España. Dicho modelo se refiere a viviendas de nueva planta de uso tanto no unifamiliar como unifamiliar y una superficie construida en torno a los 100 m<sup>2</sup> por vivienda. [1]

Las superficies de las obras analizadas se determinan en la tabla 1.

| SUPERFICIE CONSTRUIDA | OBRA 1 | OBRA 2 |
|-----------------------|--------|--------|
| m <sup>2</sup>        | 20.139 | 18.656 |

Tabla 1: Superficie total construida de las obras analizadas. Elaboración propia.

Una vez estructuradas las mediciones de forma similar en las dos obras, se ha utilizado la base de datos BEDEC 2010 de ITeC [8], que junto con las mediciones, permite cuantificar, tanto en peso (kg) como en volumen (m<sup>3</sup>) los distintos tipos de residuos generados en cada actividad de la obra y en agregación a cada capítulo y a la totalidad de la misma. Para el estudio se ha prescindido de las tierras, pues aun siendo el sobrante más común, en la mayoría de los reglamentos no es considerado residuo [11]

Por último, los indicadores se establecen al relacionar, el volumen (m<sup>3</sup>) de residuo generado y la superficie total construida del edificio (m<sup>2</sup>). En el caso de que alguno de los valores fuera nulo, no se utiliza la media aritmética, sino la media de los que tienen valor distinto de cero.

### 5.- Discusión y Resultados

---

<sup>1</sup> Datos cedidos por CMS Construcciones, a través de la cátedra Universidad-Empresa CMS (Universidad Politécnica de Madrid).

Las cuantificaciones recogidas en las mediciones de las dos obras analizadas, mediante herramientas teóricas, permiten establecer una primera aproximación a la obtención de diversos indicadores que relacionan el RCD generado y la superficie construida. Los resultados obtenidos en este estudio deberán compararse con la realidad en futuras investigaciones.

Así pues, se obtienen tres indicadores que permiten conocer: el volumen de RCD global así como, el volumen según los tipos de RCD generado en toda la obra y el RCD generado en cada uno de los capítulos de obra analizados.

## 5.1.- Indicador nº1

De la relación entre el volumen ( $m^3$ ) de RCD total generado en la obra y la superficie construida ( $m^2$ ), se obtiene el primer indicador ( $\dot{I}_1$ ) (tabla 2).

### 5.1.1.- Resultados

De los indicadores obtenidos para las dos obras analizadas se obtiene un indicador medio ( $\dot{I}_{1m}$ ), el cual permite estimar, para obras de similares características a las analizadas, cual es el residuo total generado una vez conocida la superficie construida del proyecto.

| OBRA 1          |                                       | OBRA 2          |                                       | MEDIA           |  |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|--|
| $m^3$ RCD TOTAL | $\dot{I}_1$<br>$m^3$ RCD / $m^2$ cons | $m^3$ RCD TOTAL | $\dot{I}_1$<br>$m^3$ RCD / $m^2$ cons | $m^3$ RCD TOTAL | $\dot{I}_{1m}$<br>$m^3$ RCD / $m^2$ cons |
| 1527,55         | $7,59 \times 10^{-02}$                | 1234,73         | $6,62 \times 10^{-02}$                | 710,75          | $7,12 \times 10^{-02}$                   |

Tabla 2: Relación entre el volumen de RCD total generado en la obra y la superficie construida (Indicador  $\dot{I}_1$ ).  
Elaboración propia.

### 5.1.2.- Discusión

Este indicador es el más utilizado por los profesionales para conocer la generación aproximada de la totalidad del residuo, una vez conocida la superficie total construida.

El Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña [8] y la Universidad de Sevilla [9], son dos de los autores que han afinado este indicador para la totalidad del residuo generado en una obra de edificación. En estos casos, lo estiman en 0.12 y 0.15 ( $m^3_{RCD} / m^2_{cons}$ ) respectivamente.

La diferencia entre las distintas fuentes puede deberse a los siguientes factores:

- La discrepancia entre los sistemas constructivos utilizados en las viviendas analizadas por los distintos autores (tipo de fachada, estructura, cimentación...)
- La superficie construida que se ha considerado en el estudio (depende de si se tiene en cuenta total o parcialmente las zonas comunes del edificio).

## 5.2.- Indicador nº2

Debido a la obligación de separar en fracciones los distintos tipos de RCD generados (maderas, hormigones, plásticos...) siempre que se superen las cantidades mínimas establecidas en el RD 105/2008, no basta con conocer el indicador que estime la generación global de los residuos producidos, sino aquel que estime la generación para cada uno de los RCD de forma independiente.

Por ello, se determina un segundo indicador que estime la generación para cada uno de los distintos tipos de RCD de forma independiente. Este segundo indicador ( $i_2$ ) relaciona el volumen ( $m^3$ ) de cada uno de los RCD generados en la totalidad de la obra y la superficie construida ( $m^2$ ) (tabla 3).

### 5.2.1.- Resultados

A través del segundo indicador, se observa que el residuo procedente de la madera representa el 29% del total generado en volumen, seguido por el hormigón y las mezclas de hormigón, tejas y materiales cerámicos sin sustancias peligrosas que representan un 16% y un 15% respectivamente.

| TIPO DE RCD  |   | OBRA 1    |                                    | OBRA 2    |                                    | MEDIA     |                                       |
|--------------|---|-----------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| C.LER<br>[7] | NOMBRE  | $m^3$ RCD | $i_2$<br>$m^3$ RCD<br>/ $m^2$ cons | $m^3$ RCD | $i_2$<br>$m^3$ RCD<br>/ $m^2$ cons | $m^3$ RCD | $i_{2m}$<br>$m^3$ RCD<br>/ $m^2$ cons |
| 150101       | Envases de papel y cartón   | 82,639    | $4,10 \times 10^{-03}$             | 74,556    | $4,00 \times 10^{-03}$             | 78,597    | $4,05 \times 10^{-03}$                |
| 170101       | Hormigón  | 203,382   | $1,01 \times 10^{-02}$             | 225,664   | $1,21 \times 10^{-02}$             | 214,523   | $1,11 \times 10^{-02}$                |
| 170103       | Tejas y materiales cerámicos  | 285,069   | $1,42 \times 10^{-02}$             | 92,228    | $4,94 \times 10^{-03}$             | 188,648   | $9,73 \times 10^{-03}$                |
| 170107       | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos sin SP | 229,870   | $1,14 \times 10^{-02}$             | 177,120   | $9,49 \times 10^{-03}$             | 203,495   | $1,05 \times 10^{-02}$                |
| 170201       | Madera  | 400,829   | $1,99 \times 10^{-02}$             | 403,793   | $2,16 \times 10^{-02}$             | 402,311   | $2,07 \times 10^{-02}$                |
| 170203       | Plástico  | 15,958    | $7,92 \times 10^{-04}$             | 24,545    | $1,32 \times 10^{-03}$             | 20,251    | $1,04 \times 10^{-03}$                |
| 170407       | Metales mezclados   | 42,414    | $2,11 \times 10^{-03}$             | 36,250    | $1,94 \times 10^{-03}$             | 39,332    | $2,03 \times 10^{-03}$                |
| 170904       | RCD mezclado sin mercurio, PCB ni SP                                | 212,562   | $1,06 \times 10^{-02}$             | 123,100   | $6,60 \times 10^{-03}$             | 167,831   | $8,65 \times 10^{-03}$                |
| 170903*      | RCD mezclados que contienen SP                                      | 0,804     | $3,99 \times 10^{-05}$             | 2,128     | $1,14 \times 10^{-04}$             | 1,466     | $7,56 \times 10^{-05}$                |
| 150110*      | Envases que contienen restos de SP                                  | 54,020    | $2,68 \times 10^{-03}$             | 75,344    | $4,04 \times 10^{-03}$             | 64,682    | $3,33 \times 10^{-03}$                |

Tabla 3: Relación entre el volumen de cada tipo de RCD generado en la obra y la superficie construida (Indicador  $i_2$ ). Elaboración propia.

### 5.2.2.- Discusión

En cuanto a la obtención de indicadores para cada tipo de residuo de forma individual, no se han encontrado demasiadas fuentes que constaten dichos resultados para los residuos identificados.

El Instituto Tecnológico de Cataluña (ITeC) [12], establece un indicador para ocho tipos de residuos distintos (obra de fábrica, hormigones, pétreos, metales, maderas, vidrio, plásticos y otros), pero en este caso, no se clasifican según el código LER.

No obstante, los resultados (tabla 3) de aquellos residuos que son comparables con el ITeC, como el plástico, la madera o el metal, son similares a los valores

determinados por el ITeC para obras de edificación con estructura de hormigón;  $7,0 \times 10^{-4}$  ;  $4,7 \times 10^{-3}$  ;  $3,6 \times 10^{-3}$  ( $m^3_{RCD} / m^2_{cons}$ ) respectivamente.

### 5.3.- Indicador nº3

Es importante conocer, no solo la generación total de residuo sino cuándo va a generarse.

Por este motivo, se cree necesario establecer un tercer indicador ( $\dot{I}_3$ ) que permita conocer la generación de RCD estructurada por capítulos de obra, consiguiendo una información previa de generación más minuciosa, y por tanto, mejorando la planificación en materia de residuos utilizada por la mayoría de empresas constructoras en la actualidad.

El tercer indicador ( $\dot{I}_3$ ) relaciona el volumen ( $m^3$ ) de RCD generado en cada unidad de obra, con la superficie total construida ( $m^2$ ).

#### 5.3.1.- Resultados

Este indicador permite determinar cuándo se van a generar los residuos y por tanto, cuáles son los capítulos de obra que más RCD van a generar. (tabla 4)

| UNIDAD DE OBRA                | OBRA 1    |  | OBRA 2    |  | MEDIA     |   |
|-------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------|---|
|                               | $m^3$ RCD | $\dot{I}_3$<br>$m^3$ RCD / $m^2$<br>cons | $m^3$ RCD | $\dot{I}_3$<br>$m^3$ RCD / $m^2$<br>cons | $m^3$ RCD | $\dot{I}_{3m}$<br>$m^3$ RCD / $m^2$<br>cons |
| MOV. DE TIERRAS Y ESTRUCTURA  | 286,775   | $1,42 \times 10^{-02}$                   | 479,549   | $2,57 \times 10^{-02}$                   | 383,162   | $1,98 \times 10^{-02}$                      |
| ALBAÑILERÍA                   | 951,175   | $4,72 \times 10^{-02}$                   | 486,149   | $2,61 \times 10^{-02}$                   | 718,662   | $3,70 \times 10^{-02}$                      |
| CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA      | 6,665     | $3,31 \times 10^{-04}$                   | 9,307     | $4,99 \times 10^{-04}$                   | 7,986     | $4,12 \times 10^{-04}$                      |
| ELECTRICIDAD Y COMUNICACIONES | 152,070   | $7,55 \times 10^{-03}$                   | 117,311   | $6,29 \times 10^{-03}$                   | 134,691   | $6,94 \times 10^{-03}$                      |
| INST. FONTANERIA              | 23,419    | $1,16 \times 10^{-03}$                   | 18,066    | $9,68 \times 10^{-04}$                   | 20,743    | $1,07 \times 10^{-03}$                      |
| INSTALACIÓN CALEFACCION       | 66,212    | $3,29 \times 10^{-03}$                   | 143,305   | $7,68 \times 10^{-03}$                   | 104,758   | $5,40 \times 10^{-03}$                      |
| INST. ESPECIALES              | 0,126     | $6,25 \times 10^{-06}$                   | 92,371    | $4,95 \times 10^{-03}$                   | 46,248    | $2,38 \times 10^{-03}$                      |
| VIDRIO                        | 0,000     | 0,000                                    | 1,527     | $8,18 \times 10^{-05}$                   | 1,527     | $8,18 \times 10^{-05}$                      |
| PINTURA                       | 34,849    | $1,73 \times 10^{-03}$                   | 58,408    | $3,13 \times 10^{-03}$                   | 46,628    | $2,40 \times 10^{-03}$                      |
| VARIOS                        | 6,579     | $3,27 \times 10^{-04}$                   | 0,990     | $5,30 \times 10^{-05}$                   | 3,784     | $1,95 \times 10^{-04}$                      |

Tabla 4: Relación entre el volumen de RCD total generado en cada capítulo de la obra y la superficie construida (Indicador  $\dot{I}_3$ ). Elaboración propia.

De este modo, en obras de similares características, los capítulos de albañilería y movimiento de tierras con estructura generan durante su ejecución el 52% y el 28% del total de RCD previsto de ser generado (fig.1).

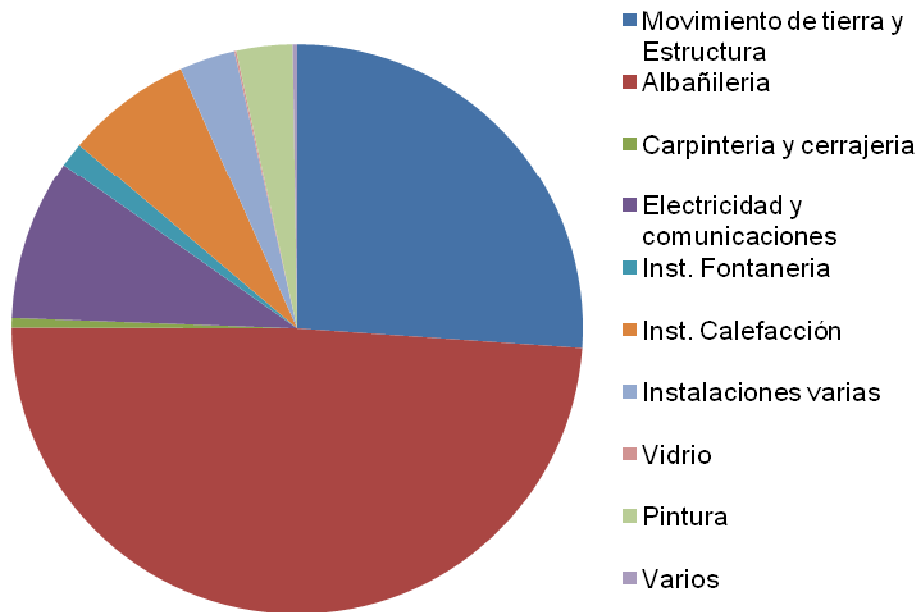


fig.1 "Porcentaje de volumen de RCD total generado en cada capítulo de obra". Elaboración propia.

### 5.3.2.- Discusión

En cuanto a la obtención de indicadores según el capítulo de obra, no se han encontrado fuentes que constaten dichos resultados para todos los capítulos que se han analizado en este trabajo. De este modo, se establece una primera aproximación, en aras a poder conocer cuando se prevén generar y, por tanto, poder planificar su gestión así como, las medidas preventivas adecuadas para la minimización de los RCD.

No obstante, el ITeC [12] determina este indicador únicamente para tres capítulos (estructura, albañilería y acabados), de los cuales el capítulo de albañilería ( $0,05 \text{ m}^3_{\text{RCD}} / \text{m}^2_{\text{cons}}$ ) es el que más residuo genera en un tipo de edificación convencional, coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo.

## 6.- Conclusiones

De todo lo anterior, se puede concluir que los modelos de gestión de RCD actuales no son suficientes para responder a la creciente presión de la sociedad para que las empresas asuman sus responsabilidades en relación con el medioambiente, lo que ha provocado que las empresas empiecen a modificar sus estrategias orientándolas a las nuevas expectativas.

La necesidad de mejorar estos modelos es evidente. Una planificación minuciosa de los RCD, previa a la ejecución de la obra, mediante la utilización de indicadores, permite conocer no solo su tipología, sino también cuando van a ser generados.

Existe pues, una relación entre los RCD generados y la superficie construida. La siguiente fórmula genérica (ec.1) permite conocer de forma aproximada la generación de RCD en una edificación de obra nueva con similares características a las obras tomadas como muestra para el estudio.

$$V_{\text{RCD}} = i_{\text{xm}} \times S_t \quad (1)$$

Siendo:

$V_{RCD}$ : Volumen de RCD que se prevé generar. ( $m^3$ )

$i_{xm}$ : Indicador medio correspondiente. ( $m^3/m^2$ )

$S_t$ : Superficie total construida ( $m^2$ )

Así pues, insertando en la fórmula (ec.1) el correspondiente indicador medio ( $i_{xm}$ ), es posible estimar con antelación, la cantidad en volumen de:

- La totalidad de RCD generado en la totalidad de la obra.
- Los tipos de RCD generados en la totalidad de la obra.
- La totalidad de RCD generado en los distintos capítulos de obra analizados

La utilización de los tres indicadores para la planificación de la obra, permiten conocer los flujos de residuos que tendrán lugar en la misma. De este modo se podrá designar, con la antelación suficiente, la sistemática óptima para su gestión, priorizando su tratamiento para poder reducirse o reutilizarse frente a la eliminación definitiva, así como, prever la implantación de buenas prácticas para su correcta gestión a lo largo de la ejecución de la obra.

Pocas son las fuentes dedicadas al estudio por capítulos de los residuos generados en las distintas obras de edificación. De este modo, se ha conseguido una primera aproximación al estudio del capítulo o capítulos más conflictivos en una obra de nueva planta. Por ello, será objeto de futuros trabajos la realización de un estudio más completo, analizando otro tipo de obras, así como, la verificación de estas aproximaciones con la realidad, en aras a definir un nuevo modelo de gestión que prevenga los residuos evitables y minimice los inevitables.

## Referencias

- [1] Gobierno de España. (2009). Plan Nacional Integrado de Residuos para el Período 2008-2015. España: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- [2] Del Río, M; Izquierdo, P; Salto Weis, I. (2006). "Ethical and legal aspects of the use and recycling of masonry waste in Spain". En: Congreso Masonry Conference. British Masonry Society. London. Noviembre.
- [3] Gobierno de España. (2008). Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se Regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. España: Ministerio de la Presidencia.
- [4] Baleirón Pampin, P; García Navarro, M.O. (2008). "Residuos de Construcción, Situación Actual y Retos de Futuro. Actuaciones Sostenibles Mediante su Reciclaje en Obra". En: Comunicación técnica Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 9). Acciona Infraestructuras.
- [5] Aneiros Rodríguez, L.M. (2008). "Gestión de RCD y su repercusión en el desarrollo sostenible". *Residuos: Revista Técnica*. Año. 18 nº102, 2008, p.48-61
- [6] Villoria Sáez, P; Del Río Merino, M. (2010). "Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en obras de edificación. Buenas prácticas en albañilería." I Congreso nacional de investigación aplicada a la gestión de la edificación (COIGE). Universidad Politécnica de Alicante. Alicante, España.
- [7] Gobierno de España. (2002). Orden MAM/304/2002, de 8 de Febrero, por la que se Publican las Operaciones de Valorización y Eliminación de Residuos y la Lista Europea de Residuos. España: Ministerio de Medio Ambiente.
- [8] Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). (2010). Cataluña.
- [9] Ramírez de Arellano Agudo, A., Llatas Oliver, C., García Torres, I., Linares Romero, P., García Caraballo, E.I., Escobar García, M., Carnerero Moya, M., Hernández Juárez, R.,



(2002). "Retirada Selectiva de Residuos: Modelo de Presupuestación". Fundación Aparejadores, Sevilla, España.

[10] Llatas Oliver, C; Carolina Ramírez, L; Huetes Fuertes, R. (2010). "Una aproximación metodológica a la verificación en obra de la cuantificación de residuos de construcción en Andalucía". Ponencia: Sustainable building conference (SB10mad)

[11] Comunidad de Madrid. (2006). Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición 2006-2016. Madrid: Comunidad de Madrid, 2006. p.57.

[12] Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). (2000). Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición. Programa Life. Dirección general de Medioambiente. Septiembre.